

Docket No.: 2336-244

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

| | | |
|---|---|--|
| In re Application of | : | |
| | : | |
| Sang Chul SUL et al. | : | Confirmation No. <i>Not yet assigned</i> |
| | : | |
| U.S. Patent Application No. <i>Not yet assigned</i> | : | Group Art Unit: <i>Not yet assigned</i> |
| | : | |
| Filed: <i>Herewith</i> | : | Examiner: <i>Not yet assigned</i> |

For: LADDER-TYPE BULK ACOUSTIC WAVE FILTER WITH COMMON GROUND
INDUCTOR

CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

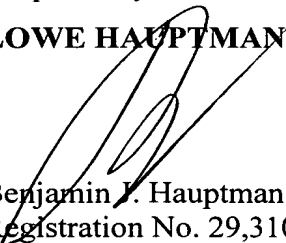
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims, in the present application, the priority of *Korean Patent Application No. 2003-0069496, filed October 7, 2003*. The certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

LOWE HAUPTMAN GILMAN & BERNER, LLP



Benjamin J. Hauptman
Registration No. 29,310

1700 Diagonal Road, Suite 310
Alexandria, Virginia 22314
(703) 684-1111 BJH/etp
Facsimile: (703) 518-5499
Date: March 2, 2004



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0069496
Application Number

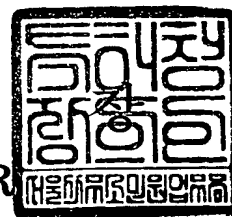
출원년월일 : 2003년 10월 07일
Date of Application OCT 07, 2003

출원인 : 삼성전기주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.



2003 년 11 월 18 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

| | |
|------------|--|
| 【서류명】 | 특허출원서 |
| 【권리구분】 | 특허 |
| 【수신처】 | 특허청장 |
| 【참조번호】 | 0002 |
| 【제출일자】 | 2003.10.07 |
| 【국제특허분류】 | H03H 9/54 |
| 【발명의 명칭】 | 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성파 필터 |
| 【발명의 영문명칭】 | BULK ACOUSTIC WAVE FILTER OF LADDER TYPE WITH THE COMMON GROUND INDUCTOR |
| 【출원인】 | |
| 【명칭】 | 삼성전기 주식회사 |
| 【출원인코드】 | 1-1998-001806-4 |
| 【대리인】 | |
| 【명칭】 | 특허법인씨엔에스 |
| 【대리인코드】 | 9-2003-100065-1 |
| 【지정된변리사】 | 손원 , 함상준 |
| 【포괄위임등록번호】 | 2003-045784-9 |
| 【발명자】 | |
| 【성명의 국문표기】 | 설상철 |
| 【성명의 영문표기】 | SUL, Sang Chul |
| 【주민등록번호】 | 690821-1018817 |
| 【우편번호】 | 442-756 |
| 【주소】 | 경기도 수원시 팔달구 원천동 원천주공2단지아파트 207-1404 |
| 【국적】 | KR |
| 【발명자】 | |
| 【성명의 국문표기】 | 신제식 |
| 【성명의 영문표기】 | SHIN, Jea Shik |
| 【주민등록번호】 | 720412-1548111 |
| 【우편번호】 | 442-726 |
| 【주소】 | 경기도 수원시 팔달구 영통동 벽적골9단지아파트 901동 2005호 |
| 【국적】 | KR |
| 【심사청구】 | 청구 |

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
특허법인씨엔에스 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 6 면 6,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 8 항 365,000 원

【합계】 400,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 통과대역내의 삽입손실의 열화없이 통과대역에 인접한 고주파 쪽의 저지대역에서의 고감쇄를 구현하여 송신단용 필터로 유용한 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터에 관한 것으로서, 임의 주파수신호가 포함된 전기신호가 입력되는 입력단자와, 소정의 설정된 통과대역의 주파수를 갖는 전기신호가 출력되는 출력단자와, 그라운드로 연결되는 접지단자와, 상기 입력단자와 출력단자 사이에 직렬로 연결되는 다수의 시리즈 공진기와, 각각 상기 다수 시리즈 공진기들의 임의 접점에 일단이 연결되며 타단은 상호 연결된 다수의 셉트 공진기와, 상기 다수 셉트 공진기의 공통단자와 상기 접지단자를 연결하는 인덕터로 이루어져, 다수의 셉트 공진기를 인덕터를 통해 공통 접지하여, 상기의 다수의 셉트 공진기와 공통 접지 인덕터간의 상호작용으로 영점을 발생시키고 그 결과로 고주파측 저지대역에서의 감쇄 특성을 향상시킨 것이다.

【대표도】

도 5

【색인어】

대역통과필터, 벌크탄성과 공진기, 시리즈 공진기, 셉트 공진기, 공통접지, 인덕터, 필터설계

【명세서】**【발명의 명칭】**

공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터{BULK ACOUSTIC WAVE FILTER OF LADDER TYPE WITH THE COMMON GROUND INDUCTOR}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 래더형 벌크 탄성과 필터의 등가회로도이다.

도 2는 래더형 벌크 탄성과 필터의 상면도이다.

도 3은 대역통과필터의 일반적인 특성과파라미터를 표시하는 그래프이다.

도 4는 종래의 래더형 벌크탄성과 필터의 일예를 보인 회로도이다.

도 5은 본 발명에 의한 래더형 벌크탄성과 필터의 구조를 보인 회로도이다.

도 6은 도 5에 도시된 래더형 벌크탄성과 필터의 주파수특성도이다.

도 7은 본 발명에 의한 래더형 벌크탄성과 필터와 기존의 래더형 벌트 탄성과 필터의 주파수 특성을 비교한 그래프이다.

도 8a는 본 발명의 또 다른 실시예에 대한 회로도이고, 도 8b는 그것의 주파수 특성도이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

51 : 입력단자

52 : 출력단자

53 : 접지단자

54 ~ 57 : 시리즈(serie) 공진기

58 ~ 60 : 션트(shunt) 공진기

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<15> 본 발명은 래더형 벌크탄성과 필터에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 통과대역내의 삽입손실의 열화없이 통과대역에 인접한 고주파수쪽의 저지대역에서의 고감쇄를 구현하여 송신단용 필터로 유용한 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터를 제공하는 것이다.

<16> 최근, 이동통신기술이 점차 발달하고, 이동통신단말기가 대중화되면서, 휴대용 단말기 부품에 대하여 경박, 단소화가 요구되고 있다.

<17> 이러한, 경박, 단소화 요구에 부응하여, 휴대용 단말기 부품의 주요 수동 부품 중의 하나인 필터 역시, 기존의 벌크형 세라믹 필터에서, 더 소형화된 표면탄성파(Surface acoustic wave) 필터나 벌크 탄성파(Bulk acoustic wave) 필터로 대체되고 있다.

- <18> 특히, 최근 들어서는 표면탄성과 필터에 비하여 저 손실에 고 선택비 및 고 내전력성을 나타내며 10GHz 대역까지의 초고주파에 대응이 가능하다고 연구된 벌크탄성과 필터가 더 부각되고 있다.
- <19> 상기 벌크 탄성과 필터는 FBAR(Film Bulk Acoustic resonator) 소자를 다수개 연결하여 구성하는 것으로서, 크게 다수 공진기를 전기적으로 연결하여 이루어진 래더(ladder)형 필터와, 다수 공진기를 기계적으로 결합하여 된 Stacked Crytal Filter로 두가지 형태로 연구되고 있다.
- <20> 상기중에서 먼저 상용화된 방식은 래더 방식으로서, 이는 도 1에 도시된 바와 같이, 입력단(IN)과 출력단(OUT) 사이에 다수의 공진기(F11-F13)를 직렬로 배치하고, 상기 다수 공진기(F11-F13)의 접점과 접지단(GND) 사이에 각각 공진기(F21,F22)를 배치하여 이루어진다. 이때, 입력단(IN)과 출력단(OUT)에 대하여 직렬로 배치된 공진기(F11-F13)를 시리즈(series) 공진기라 하고, 접지로 연결되는 공진기(F21,F22)를 션트(shunt) 공진기라 부른다.
- <21> 상기에서, 사용된 모든 공진기(F11-F13, F21,F22)는 요구되는 통과대역에 대응하여 설계된 각각의 서로 다른 공진주파수를 갖는데, 일반적으로, 시리즈 공진기는 션트 공진기에 비하여 중심주파수의 3% 정도 만큼 더 높은 주파수를 갖도록 설계되며, 이때, 발생하는 극점(pole)과 영점(zero)들에 의하여 소정 대역에 대한 대역통과특성을 보이게 된다.

- <22> 도 2는 상기 도 1에 보인 회로로 구현된 실제 벌크탄성과 필터를 상부에서 찍은 확대사진으로서, 입력단(IN)과 출력단(OUT)에 대하여 시리즈 공진기(F11,F12,F13)가 차례로 배치되어 연결되고, 상기 시리즈공진기(F11,F12,F13)와 접지단(GND) 사이에 셉트공진기(F21,F22)배치된 것이 보인다.
- <23> 일반적으로, 대역통과필터의 특성을 나타내는 인자로써, 도 3에 도시된 바와 같이, 통과대역의 중심주파수값인 중심주파수(fc), 통과대역의 대역폭(BW), 감쇄비 3dB 포인트부터 극점까지의 간격을 나타내는 롤-오프(Roll-off), 통과대역에서의 평균 손실을 나타내는 신호의 삽입손실(Loss), 통과대역에서 나타나는 리플성분의 폭을 나타내는 리플(Ripp), 대역외의 신호에 대한 감쇄비(Att)가 있다.
- <24> 여기서, 삽입손실(Loss), 롤-오프(Roll-off), 리플(Ripp) 특성은 작을 수록 좋고, 감쇄비(Att)는 클수록 바람직하다.
- <25> 이러한 요건을 기준으로 하여 기존의 벌크탄성과 필터의 특성을 살펴보면, 종래의 벌크탄성과 필터는 도 4와 같이 입력단자(41)와 출력단자(42)에 대하여, 다수의 공진기(43 ~ 47)를 T자로 결합하여 구성하는데 있어서, 셉트 공진기(46, 47)을 각각의 와이어본딩(48, 49)에 의하여 접지시켜 구성하였다.

<26> 이와 같이, 셉트 공진기(46,47)간의 접지통로가 서로 격리되어 있는 경우, 통과대역과 인접한 저주파 저지대역에서의 감쇄특성은 어느 정도 향상시킬 수 있으나, 고주파측 저지대역에 대해서는 크게 감쇄특성이 향상되지 않기 때문에, 고주파측 저지대역에서 고감쇄가 요구되는 송신단 필터용으로는 부적합하다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<27> 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 그 목적은 통과대역내의 삽입손실의 열화없이 통과대역에 인접한 고주파 쪽의 저지대역에서의 고감쇄를 구현하여 송신단용 필터로 유용하게 사용될 수 있는 공통접지 인인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성파 필터를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<28> 상술한 목적을 달성시키기 위한 구성수단으로서, 본 발명은 임의 주파수신호가 포함된 전기신호가 입력되는 입력단자; 소정의 설정된 통과대역의 주파수를 갖는 전기신호가 출력되는 출력단자; 그라운드로 연결되는 접지단자; 각각 압전층과 상기 압전층의 상부에 형성되어 전기신호를 입출력하기 위한 상하부전극으로 이루어지며, 상기 입력단자와 출력단자 사이에 직렬로 연결되는 다수의 시리즈 공진기; 각각 압전층과 상기 압전층의 상부에 형성되어 전기신호를 입출력하기 위한 상하부전극으로 이루어지며, 각각 상기 다수 시리즈 공진기들의 임의 접점에 일단이 연결되며 타단은 상호 연결된 다수의 셉트 공진기; 및, 상기 다수 셉트 공진기의 공통

단자와 상기 접지단자를 연결하는 인덕터로 이루어져, 다수의 선트 공진기를 인덕터를 통해 공통접지키는 것을 특징으로 하는 래더형 벌크탄성과 필터를 제공한다.

<29> 본 발명에서 제안하는 래더형 벌크탄성과 필터에 있어서, 상기 인덕터는 대략 1nH 이하의 인덕턴스를 갖는 것을 특징으로 한다.

<30> 또한, 본 발명에서 제안하는 래더형 벌크탄성과 필터에 있어서, 상기 인덕터는 벌크탄성과 필터 칩(chip) 상에 형성된 미로형 또는 나선형의 도전성 패턴으로 구현되는 것을 특징으로 한다.

<31> 또한, 본 발명에서 제안하는 래더형 벌크탄성과 필터에 있어서, 상기 인덕터는 벌크탄성과 필터의 패키지상에 혹은 상기 벌크탄성과 필터가 장착되는 기판상에 이루어진 도전성의 패턴으로 구현되는 것을 특징으로 한다.

<32> 또한, 본 발명에서 제안하는 래더형 벌크탄성과 필터에 있어서, 상기 인덕터는 다수 선트 공진기의 공통 단자와 상기 벌크탄성과 필터가 장착되는 기판의 접지단을 연결하는 본딩와이어로 구현되는 것을 특징으로 한다.

<33> 또한, 본 발명에서 제안하는 래더형 벌크탄성과 필터에 있어서, 상기 인덕터는 개별 소자로 구현되는 것을 특징으로 한다.

- <34> 더불어, 본 발명에서 제안하는 래더형 벌크탄성과 필터는 입력단자와 출력단자 사이에 4개의 시리즈 공진기가 직렬로 연결되고, 상기 4개의 시리즈 공진기중 두 개의 시리즈 공진기가 연결된 접점에 각각 3개의 션트 공진지가 연결된 구조인 것을 특징으로 한다.
- <35> 또한, 본 발명에서 제안하는 래더형 벌크탄성과 필터는 상기 입력단자와 출력단자 사이에 제1 내지 제4의 시리즈 공진기가 차례로 직렬로 연결되고, 상기 입력단자와 제1의 시리즈 공진기의 접점과, 상기 제2시리즈 공진기와 제3 시리즈 공진지의 접점에 각각 제1,2션트 공진기가 연결된 구조인 것을 특징으로 한다.
- <36> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 의한 래더형 벌크탄성과 필터의 구성 및 작용에 대하여 설명한다.
- <37> 도 5는 본 발명에 의한 래더형 벌크탄성과 필터의 제1실시예를 보인 회로도이다.
- <38> 상기 도시된 래더형 벌크탄성과 필터(50)는 임의 주파수의 전기신호가 입력되는 입력단자(51)와, 필터링된 통과대역내의 주파수신호만을 포함하는 전기신호가 출력되는 출력단자(52)와, 접지로 연결되는 접지단자(53)와, 상기 입력단자(51)와 출력단자(52)의 사이에 차례로 직렬 연결되는 제1 내지 제4의 시리즈 공진기(54~57)와, 상기 제1 내지 제4의 시리즈 공진기(54~57)의 두 시리즈공진기의 접합부에 일단이 각각 연결되고 타단으로 서로 공통으로 연결되

는 제1 내지 제3의 셉트 공진기(58~60)와, 상기 제1 내지 제3의 셉트 공진기(58~60)의 상호 공통으로 연결된 단자와 상기 접지단자(53)를 연결하는 인덕터(61)로 구현된다.

<39> 상기에서, 제1 내지 제4의 시리즈공진기(54 ~ 57)와 제1 내지 제3의 셉트공진기(58~59)는 반도체 기판인 실리콘이나 GaAs 기판 위에 압전 유전체 물질인 ZnO, AlN 박막을 형성시켜 박막 자체의 압전 특성으로 인한 공진을 유발하는 박막 형태의 벌크탄성과 공진기(film bulk acoustic resonator, FBAR 라고 약칭한다)로서, 실리콘 또는 GaAs 기판 상에 제1전극, 압전층, 제2전극을 순차로 적층 형성하여 구성되며, 여기에 더하여, 상기 압전층에 발생하는 체적파(bulk acoustic wave)가 기판으로부터 영향을 받는 것을 방지하기 위하여 기판과 상기 제1전극, 압전층, 제2전극으로 이루어진 공진영역을 격리시키는 구조(예를 들어, 반사막구조, 에어갭 구조)를 더 포함할 수 있다. 더하여, 상기 제1 내지 제4의 시리즈공진기(54 ~ 57)와 제1 내지 제3의 셉트 공진기(58~59)는 서로 다른 공진주파수를 갖을 수 있으며, 상기 다수 공진기(54~58)에 의해 발생하는 극점과 영점에 의하여 대역통과특성이 결정된다.

<40> 그리고, 상기 제1 내지 제3의 셉트 공진기(58~60)의 타단은 인덕터(61)의 일단에 공통으로 연결되고, 상기 인덕터(61)를 통하여 접지단자(53)에 연결된다.

<41> 여기서, 상기 인덕터(61)는 대략 1nH 이하의 인덕턴스를 갖는다.

<42> 이러한 대략 1nH 이하의 인덕턴스를 갖는 인덕터(61)는 벌크탄성과 필터 칩(chip)의 표면이나 내부에 형성된 미로형 또는 나선형 도전성 패턴으로 구현될 수도 있다. 이 경우, 벌크

탄성과 필터 칩을 PCB(Print Circuit Board)상의 접지용 본딩패드에 상기 접지단자를 바로 본딩시켜 이용할 수 있으며, 사이즈의 큰 증가없이 구현가능해진다.

<43> 또한, 상기 인덕터(61)는 패키지로 구현된 벌크탄성과 필터의 패키지 상에 혹은 상기 벌크탄성과 필터가 장착되는 기판 상에 도전성의 임베드 패턴(스트립라인)으로 구현될 수 있다. 패키지 상에 형성된 임베드 패턴으로 구현된 경우, 상기 제1 내지 제3선틀 공진기는 벌크탄성과 필터 칩상에서 일단이 공통으로 연결되어 구현되고, 상기 공통으로 연결된 단자가 상기 패키지상에 구현된 인덕터(61)에 연결되며, 접지단자(53)도 또한 패키지상에 구현되어 상기 인덕터(61)와 연결되게 된다. 그리고, 상기 인덕터(61)가 PCB 상에 구현된 임베드 패턴으로 이루어진 경우, 벌크탄성과 필터 칩상에는 제1~제3의 선틀공진기(60)까지 구현되고, 상기 PCB 상에 구현된 인덕터(61)를 통해 PCB 상의 접지단자로 연결될 수 있다.

<44> 또한, 상기 인덕터(61)는 상기 다수 선틀 공진기(58~60)의 공통 단자와 벌크탄성과 필터가 장착되는 기판의 접지단을 와이어로 본딩하여 연결하면서, 이때의 본딩와이어로 구현할 수도 있다. 인덕턴스값이 상술한 바와 같이 대략 1nH 이하이므로, 와이어의 길이를 조절하여 구현할 수 있게 된다. 이 경우, 종래에 비하여 별도로 추가되는 구성이 없으므로, 사이즈의 증가는 없게 된다.

<45> 또한, 상기 인덕터(61)는 칩인덕터나 코일등과 같은 개별 소자를 PCB 상에 장착하고, PCB 상에서 전기적으로 연결함으로서 구현할 수 도 있다.



<46> 실험예1

<47> 중심주파수가 1880MHz이고, 대역폭인 60MHz인 PCS 송신단용 필터를 상기도 5에 도시된 바와 같은 구조로 구현하였다. 이때, 각 공진기는 멤브레인(SiN)층/하부전극(Mo)/압전층(AIN)/상부전극(Mo)로 구성되며, 공진주파수는 CDMA 주파수 규격인 1.9GHz 그너가 된다. 이때, 제1 내지 제4 시리즈 공진기(54~57)를 동일한 공진주파수로 설계하고, 제1 내지 제3 셉트 공진기(58~61)를 동일 공진주파수로 설계하며, 상호간에 공진 주파수 차이는 55~60MHz로 하였다.

<48> 이때, 상기 공진기들의 두께 조합은 다음의 표 1과 같으며, 그 면적 조합은 다음의 표 2와 같다.

<49> 【표 1】

| | 물질 | 두께[μm] |
|------|-----|---------------------|
| 멤브레인 | SiN | 0.25 |
| 하부전극 | Mo | 0.3 |
| 압전층 | AIN | 1.2 |
| 상부전극 | Mo | 0.3 |

<50> 【표 2】

| 공진기번호 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 면적[μm^2] | 43,000 | 34,000 | 34,000 | 43,000 | 21,000 | 14,000 | 21,000 |

- <51> 상기와 같은 상태에서, 제1 내지 제3선평 공진기(58~61)의 일단으로 개별적으로 접지시킨 경우와, 0.3nH, 0.6nH, 0.9nH의 인덕터로 공통 접지(common ground)시킨 각각의 경우에 대한 주파수 응답을 측정하였으며, 이를 도 6에 나타낸다.
- <52> 도 6의 그래프에서, A는 제1 내지 제3선평 공진기(58~61)가 개별 접지된 경우의 주파수 응답 곡선이고, B,C,D는 각각 0.3nH, 0.6nH, 0.9nH의 인덕터로 공통 접지된 경우의 주파수 응답 곡선으로서, 상기 도 6의 그래프에서 1.93~1.99GHz 대역을 보면, 개별 접지시킨 경우 감쇄비가 18dB정도이지만, 인덕터를 통해 공통접지시킨 경우 고주파측의 저지대역의 감쇄비가 각각 21dB, 26dB, 39dB로 향상된 것을 알 수 있다. 특히, 0.9nH의 인덕터로 공통접지시킨 경우, 1.96GHz 근처에서 영점이 발생되고, 이로 인하여 고주파측 저지대역에서의 감쇄특성이 대폭 향상되었다. 이러한 특성은 벌크탄성과 필터를 구성하는 공진기(54~60)들과 공통접지용 인덕터(61)간의 상호 작용에 의하여 발생하는 것으로, 이때 상기의 영점을 발생시키는 공통 접지 인덕터(61)의 인덕턴스는 필터를 구성하는 공진기의 두께 및 면적 조합에 따라 변하게 되지만, 대체적으로 1nH 이하의 작은 값을 갖는다. 반면에, 인덕터로의 공통접지시키더라도 1.85~1.91GHz의 통과대역내에서는 파형변화, 즉, 삽입손실이 거의 없었다. 따라서, 본 발명에 의한 벌크탄성과 필터의 경우, 저손실, 고감쇄를 구현할 수 있다는 것을 알 수 있다.
- <53> 도 7에 0.9nH의 인덕터로 제1 내지 제3선평공진기(58~60)를 공통접지시키고, 상기 제1 내지 제3선평 공진기(58~60)를 개별적으로 0.5nH의 인덕터를 통해 접지시키도록 각각 구성하여 그 주파수 응답 특성을 측정하였 나타내었다. 상기 도 7에 있어서, E는 본 발명에 의하여 0.9nH의 인덕터로 공통접지시킨 경우, F는 0.5nH의 인덕터로 개별 접지시킨 경우의 주파수 응

답 특성 곡선으로서, 고주파측 저지대역에서의 감쇄특성은 유사하게 나타나지만, 개별 접지시킨 경우, 통과대역내의 파형이 변하고, 저주파측 저지대역에서 감쇄가 전혀 나타나지 않음을 알 수 있다.

<54> 다음으로, 도 8a는 본 발명의 제2실시예에 의한 벌크탄성과 필터의 회로도로서, 상기 도 8a에 도시된 래더형 벌크탄성과 필터(80)는 임의 주파수의 전기신호가 입력되는 입력단자(81)와, 필터링된 통과대역내의 주파수신호만을 포함하는 전기신호가 출력되는 출력단자(82)와, 접지로 연결되는 접지단자(83)와, 상기 입력단자(81)와 출력단자(82)의 사이에 차례로 직렬 연결되는 제1 내지 제4의 시리즈 공진기(84~87)와, 상기 입력단자(81)와 제1시리즈 공진기(84)의 접점에 연결되는 제1선평 공진기(88)와, 상기 제2시리즈 공진기(85)와 제3시리즈 공진기(86)의 접점에 일단이 연결되는 제2선평 공진기(89)와, 상기 제1,2의 선평 공진기(88,89)에 일단이 공통으로 연결되고 타단은 상기 접지단자(83)로 연결되는 인덕터(90)로 구현된다.

<55> 앞서 보인 제1실시예에서와 마찬가지로, 상기 제1 내지 제4의 시리즈공진기(84 ~ 87)와 제1,2의 선평공진기(88, 89)는 반도체 기판인 실리콘이나 GaAs 기판 위에 압전 유전체 물질인 ZnO, AlN 박막을 형성시켜 박막 자체의 압전 특성으로 인한 공진을 유발하는 박막 형태의 벌크탄성과 공진기(film bulk acoustic resonator, FBAR 라고 약칭한다)로서, 실리콘 또는 GaAs 기판 상에 제1전극, 압전층, 제2전극을 순차로 적층 형성하여 구성되며, 여기에 더하여, 상기 압전층에 발생하는 체적파(bulk acoustic wave)가 기판으로부터 영향을 받는 것을 방지하기 위하여 기판과 상기 제1전극, 압전층, 제2전극으로 이루어진 공진영역을 격리시키는 구조(예를 들어, 반사막구조, 에어갭 구조)를 더 포함할 수 있다.

- <56> 더하여, 상기 제1 내지 제4의 시리즈공진기(84 ~ 87)와 제1,2의 셉트 공진기(88,89)는 서로 다른 공진주파수를 갖으며, 이들 공진기(84~89)에 의해 발생하는 극점과 영점에 의하여 대역통과특성이 결정된다. 그리고, 상기 제1,2의 셉트 공진기(88,89)는 인덕터(90)를 통해 공통 접지(common ground)된다.
- <57> 상기의 인덕터(90)는 대략 1nH 이하의 인덕턴스를 갖으며, 벌크탄성과 필터 칩(chip)의 표면이나 내부에 형성된 미로형 또는 나선형 도전성 패턴으로 구현될 수 도 있고, 패키지로 구현된 벌크탄성과 필터의 패키지 상에 혹은 상기 벌크탄성과 필터가 장착되는 기판 상에 도전성의 임베드 패턴(스트립라인)으로 구현될 수도 있고, 상기 다수 셉트 공진기(88,89)의 공통 단자와 벌크탄성과 필터가 장착되는 기판의 접지단을 와이어로 본딩하여 연결하면서, 이때의 본딩와이어로 구현할 수 도 있다. 또한, 상기 인덕터(90)는 칩인덕터나 코일등과 같은 개별 소자를 PCB 상에 장착하고, PCB 상에서 전기적으로 연결함으로서 구현할 수 도 있다.
- <58> 상기에서, 인덕터(90)를 칩상에 도전성 패턴으로 구현하거나 본딩와이어의 길이나 두께를 조절하여 구현하는 경우, 종래와 비교하여 큰 사이즈의 증가없이도 구현가능하게 된다.
- <59> 실험예2



<60> 4개의 시리즈 공진기와 2개의 셉트 공진기로 도 8a에 도시된 바와 같은 구조의 벌크탄성과 필터를 구현하고, 이때, 상기 공진기들의 두께조합은 상기 제1실험예의 표 1과 같이 설정하였으며, 그 면적 조합은 다음의 표 3과 같이 구현하였다.

<61> 【표 3】

| | | | | | | |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 공진기부호 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
| 면적 [μm^2] | 33,000 | 33,000 | 40,000 | 40,000 | 23,000 | 38,000 |

<62> 도 8b는 상기와 같이 벌크 탄성과 필터를 구현한 상태에서, 제1,2셉트 공진기(88,89)를 각각 개별적으로 접지시키고, 반대로 0.8nH의 인덕터(90)로 공통접지시켜, 각각의 주파수의 응답 특성을 측정하여 비교한 것이다. 앞서의 제1실험예와 마찬가지로, 제1,2셉트공진기(88,89)를 적절한 인덕턴스를 통해 공통접지 경우가, 개별접지시킨 경우보다 고주파측 저지대역에서 높은 감쇄특성을 보이며, 통과대역(1.85~1.91GHz)내에서는 큰 삽입 손실 열화가 없는 것을 알 수 있다.

<63> 이상의 실험으로부터, 본 발명에 의한 벌크탄성과 필터가 고주파측 저지대역에 대하여 높은 감쇄특성이 요구되는 송신단필터로 적합함을 알 수 있다.

【발명의 효과】

- <64> 본 발명에 의한 벌크탄성과 필터는 상술한 바와 같이, 셉트 공진기들을 소정의 적절한 인덕턴스로 공통접지시킴으로서, 통과대역내에서의 삽입손실의 열화없이 고주파측 저지대역에 대한 감쇄특성을 높혀 저손실, 고감쇄의 송신단용 필터를 구현할 수 있는 우수한 효과가 있다.
- <65> 또한, 본 발명에 의한 벌크탄성과 필터는 낮은 인덕턴스의 인덕터 하나로 저손실, 고감쇄의 필터구현이 가능함으로서, 제작이 용이하고 소형 사이즈가 가능하다는 효과가 장점이 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

임의 주파수신호가 포함된 전기신호가 입력되는 입력단자;

소정의 설정된 통과대역의 주파수를 갖는 전기신호가 출력되는 출력단자;

그라운드로 연결되는 접지단자;

상기 입력단자와 출력단자 사이에 직렬로 연결되는 다수의 시리즈 공진기;

각각 상기 다수 시리즈 공진기들의 임의 접점에 일단이 연결되며 타단은 상호 연결된 다수의 션트 공진기; 및

상기 다수 션트 공진기의 공통단자와 상기 접지단자를 연결하는 공통접지 인덕터로 이루어지는 것을 특징으로 하는 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 공통접지 인덕터는

대략 1nH 이하의 인덕턴스를 갖는 것을 특징으로 하는 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 상기 공통접지 인덕터는

벌크탄성과 필터 칩(chip) 상에서 미로형 혹은 나선형의 도전성 패턴으로 구현되는 것을 특징으로 하는 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 상기 공통접지 인덕터는

벌크탄성과 필터의 패키지상에 혹은 상기 벌크탄성과 필터가 장착되는 기판상에 이루어진 도전성의 패턴으로 구현되는 것을 특징으로 하는 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 공통접지 인덕터는

다수 선트 공진기의 공통 단자와 상기 벌크탄성과 필터가 장착되는 기판의 접지단을 연결하는 본딩와이어로 구현되는 것을 특징으로 하는 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 공통접지 인덕터는

개별 부품으로 구현되는 것을 특징으로 하는 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서, 상기 래더형 벌크탄성과 필터는

입력단자와 출력단자 사이에 4개의 시리즈 공진기가 직렬로 연결되고,

상기 4 개의 시리즈 공진기중 두 개의 시리즈 공진기가 연결된 접점에 각각 3개의 셉트 공진지가 연결된 구조인 것을 특징으로 하는 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터.

【청구항 8】

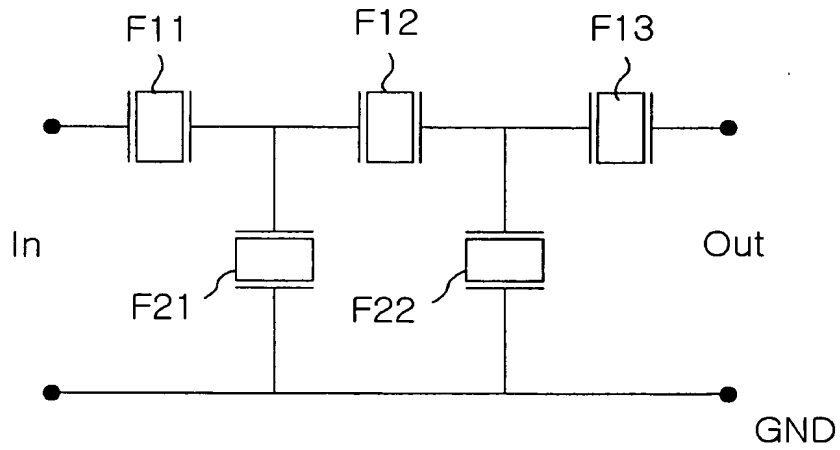
제 1 항에 있어서, 상기 래더형 벌크탄성과 필터는

입력단자와 출력단자 사이에 제1 내지 제4의 시리즈 공진기가 차례로 직렬로 연결되고,

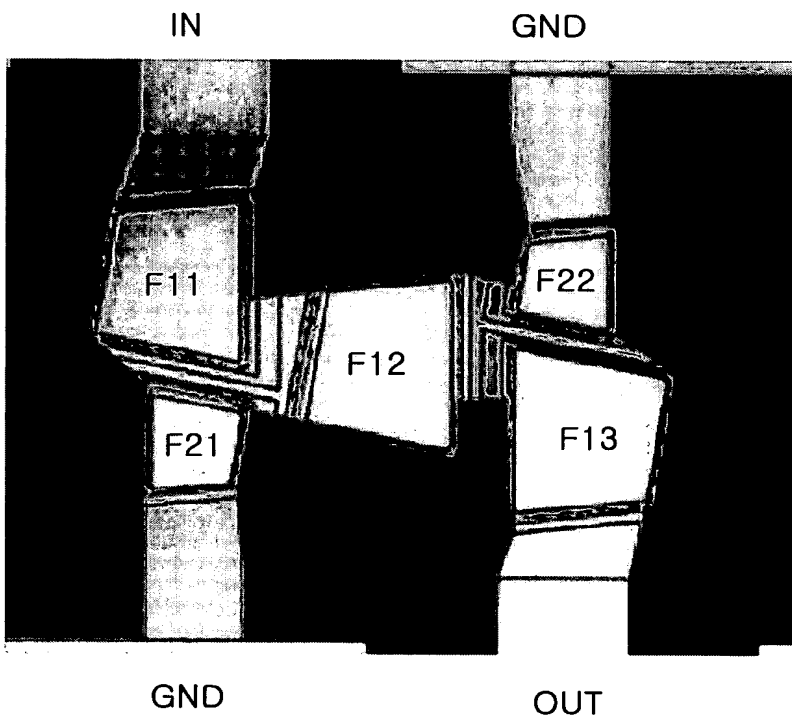
상기 입력단자와 제1의 시리즈 공진기의 접점과, 상기 제2시리즈 공진기와 제3 시리즈 공진지의 접점에 각각 제1,2셉트 공진기가 연결된 구조인 것을 특징으로 하는 공통접지 인덕터를 구비한 래더형 벌크탄성과 필터.

【도면】

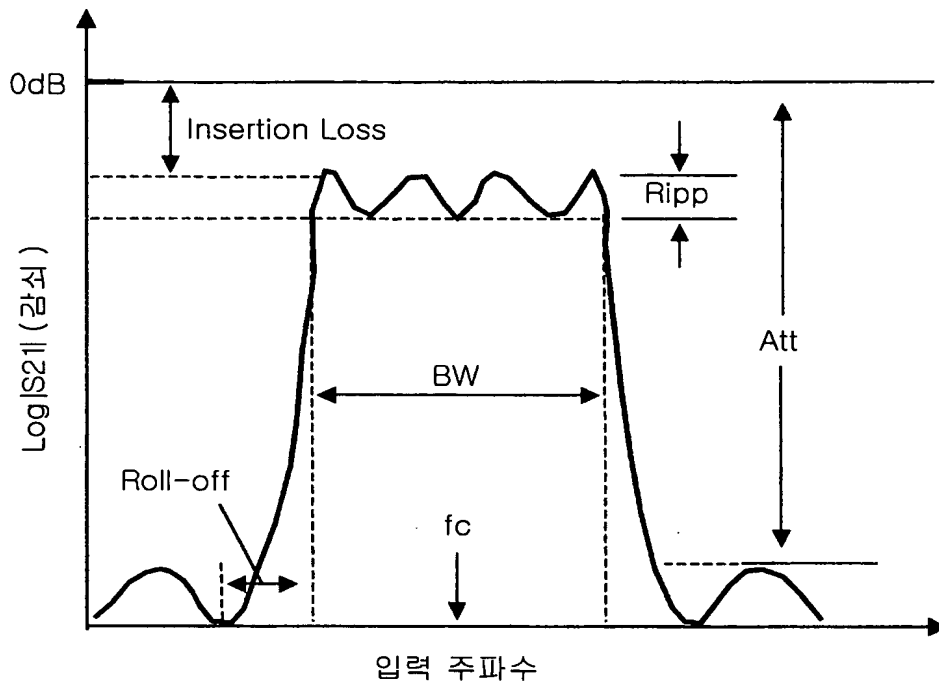
【도 1】



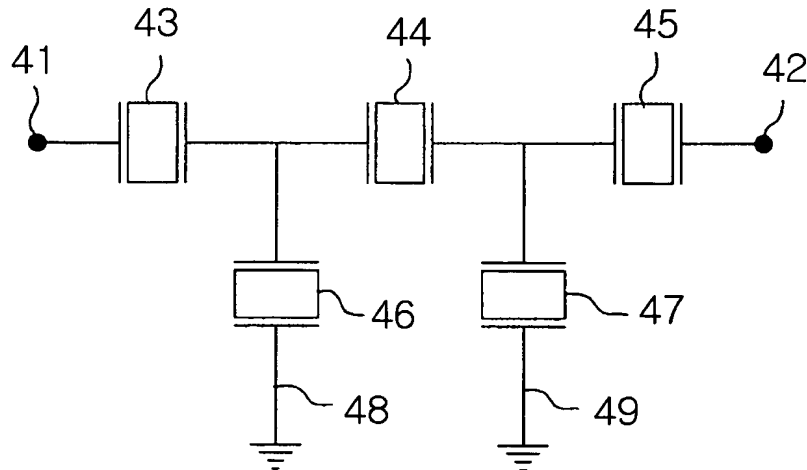
【도 2】



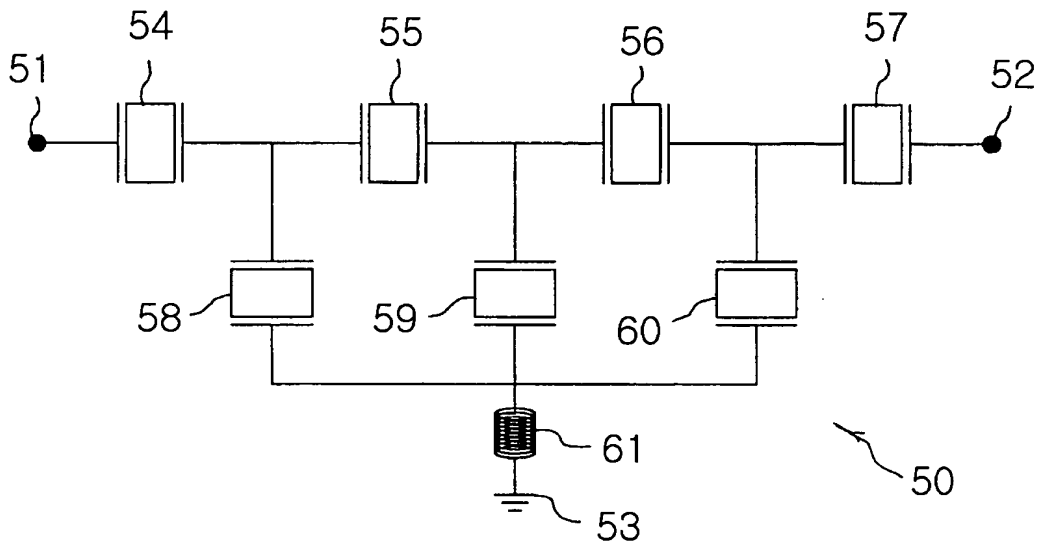
【도 3】



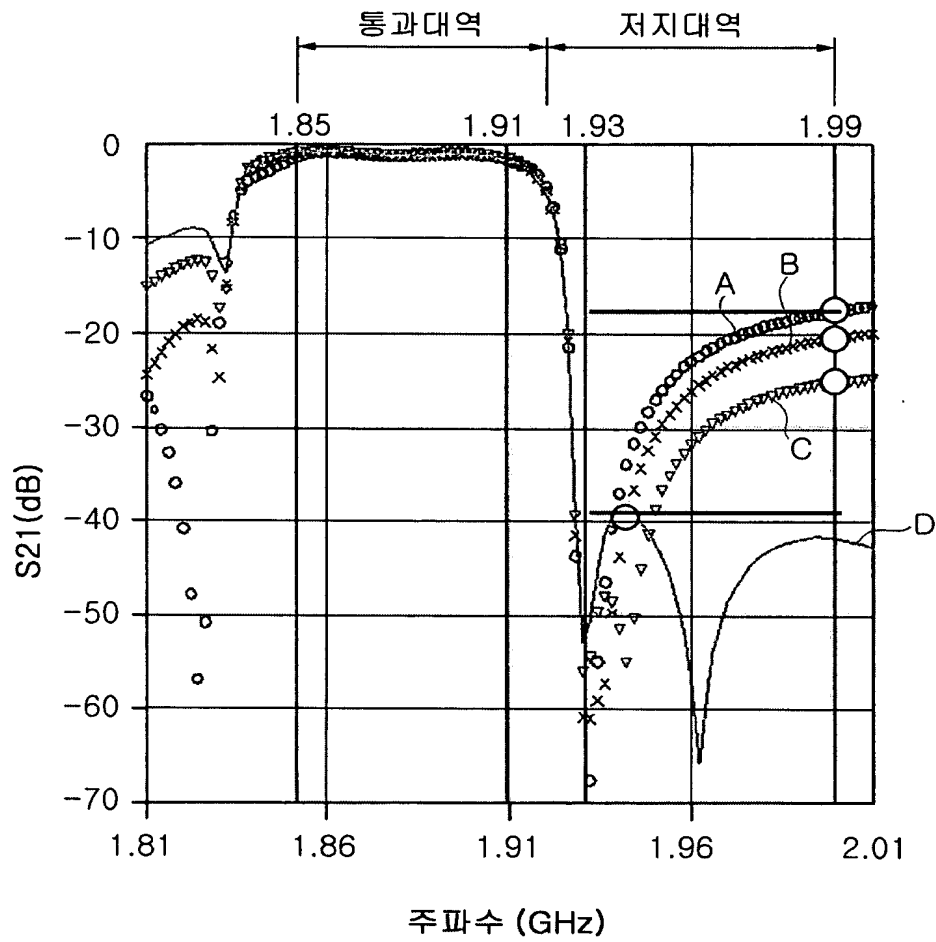
【도 4】



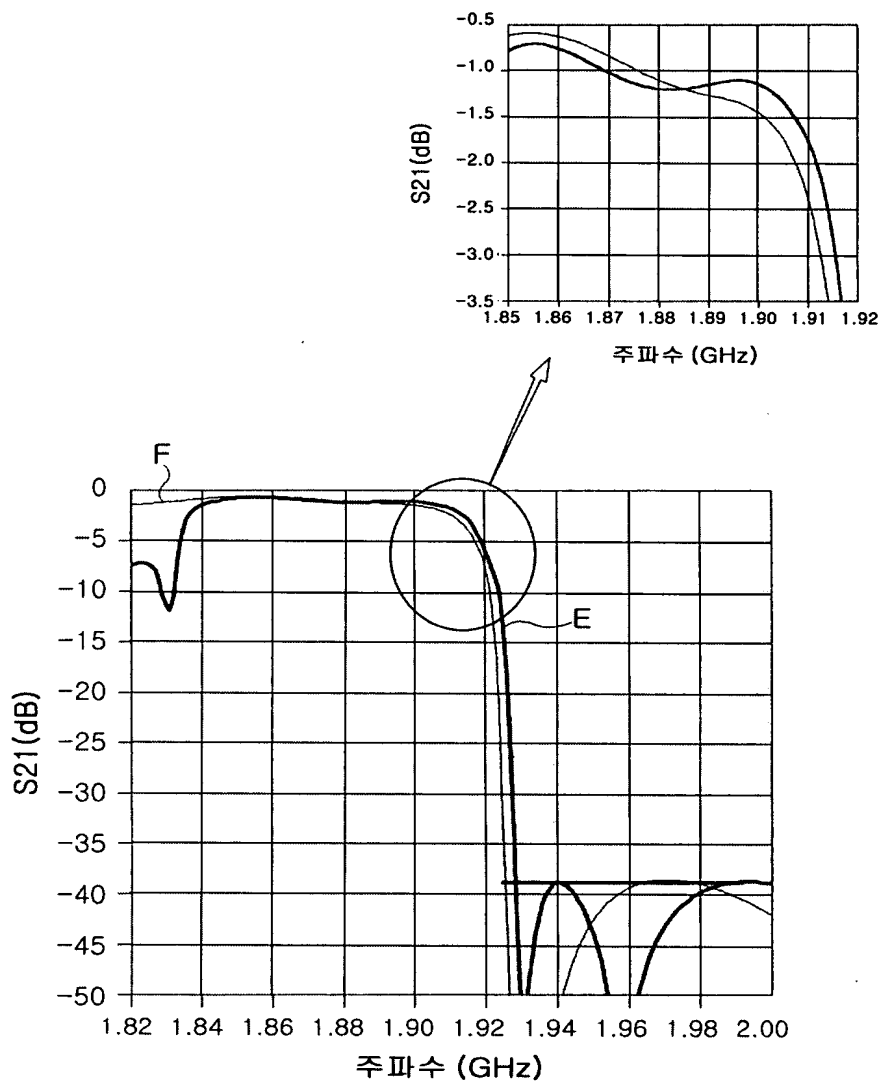
【도 5】



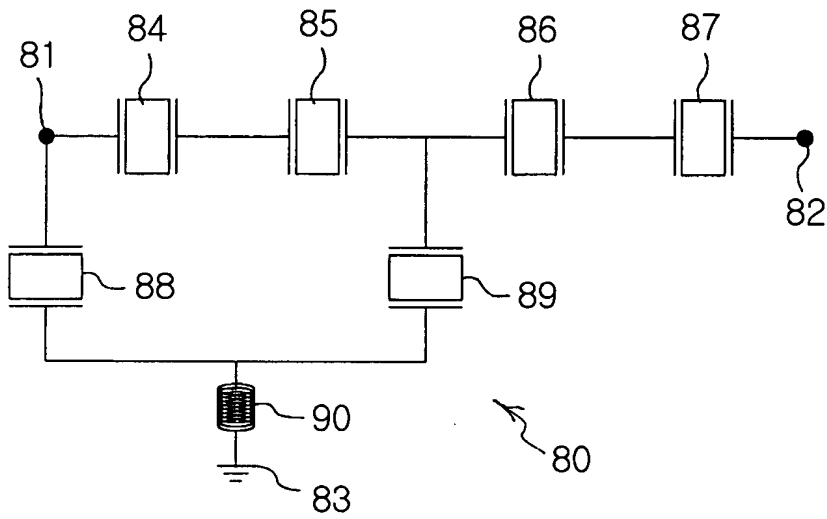
【도 6】



【도 7】



【도 8a】



【도 8b】

